

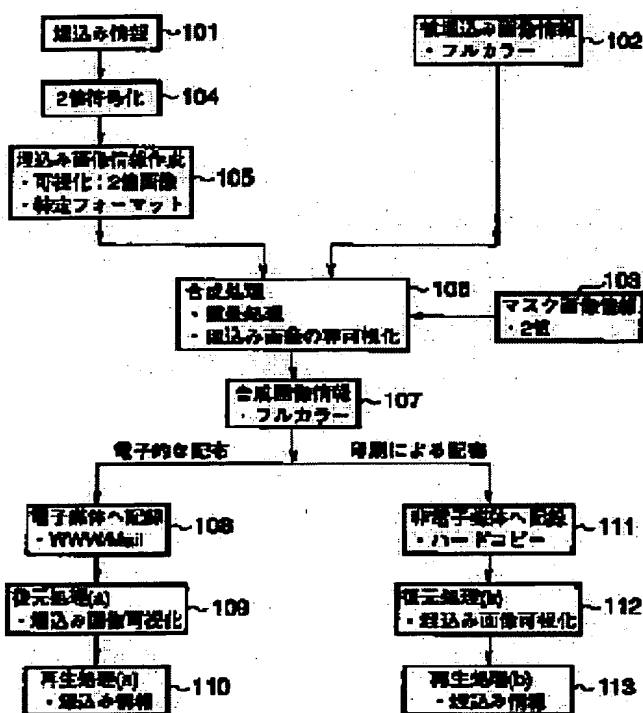
IMAGE INFORMATION PROCESSING METHOD AND IMAGE INFORMATION PROCESSOR

Patent number: JP11168616
Publication date: 1999-06-22
Inventor: YAMAGUCHI TAKASHI
Applicant: TOSHIBA CORP
Classification:
 - international: H04N1/387; B41J5/30; B41J21/00; G06T1/00; G11B20/10
 - european:
Application number: JP19970332943 19971203
Priority number(s):

Abstract of JP11168616

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image information processing method by which image information resulting from superimposing adaptable information on main image information is generated, without distinguishing an electronic medium from a non-electronic medium and the recorded adaptable information is reproduced.

SOLUTION: After binary imbedded information is generated by applying binary-coding for imbedded information 101 consisting of character, image and audio data or the like, the resulting information is converted into monochromatic binary image information of a predetermined specific format to generate imbedded image information being visible information. Then the generated imbedded image information is imbedded to imbedded image information 102 consisting of multi-value color images in an invisible state to generate composited image information 107. The generated synthesis image information 107 is recorded on an electronic medium or a non-electronic medium, and the imbedded image information is extracted from the synthesis image information stored in the electronic medium or the non-electronic medium to reproduce the imbedded information.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-168616

(43)公開日 平成11年(1999)6月22日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

FI

H04N 1/387

H04N 1/387

B41J 5/30

B41J 5/30

C

21/00

21/00

Z

G06T 1/00

G11B 20/10

H

G11B 20/10

G06F 15/66

B

審査請求 未請求 請求項の数22 OL (全16頁)

(21)出願番号

特願平9-332943

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22)出願日

平成9年(1997)12月3日

(72)発明者 山口 隆

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社

東芝柳町工場内

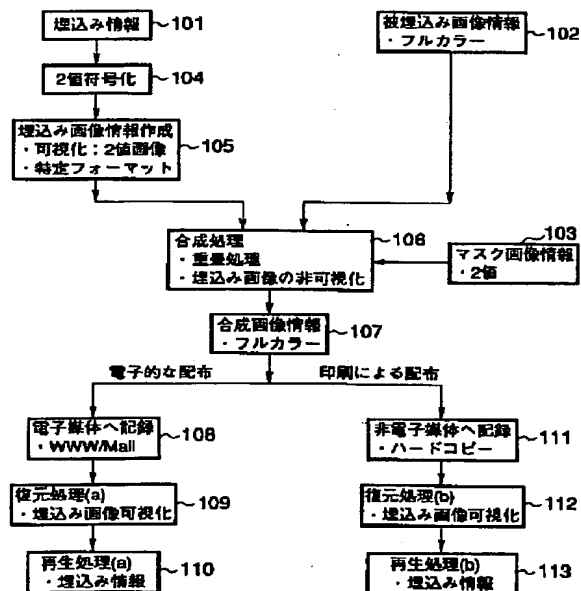
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54)【発明の名称】 画像情報処理方法および画像情報処理装置

(57)【要約】

【課題】電子媒体と非電子媒体の対象を区別することなく、主画像情報に付加的な情報を重畳した画像情報を作成でき、さらに、記録された付加された情報を再生することが可能になる画像情報処理方法を提供する。

【解決手段】文字や画像、音声などから構成された埋込み情報101を2値符号化して2値埋込み情報を作成した後、あらかじめ定めた特定フォーマットのモノクロ2値画像情報に変換して可視化情報である埋込み画像情報を作成し、この作成した埋込み画像情報を多値のカラー画像からなる被埋込み画像情報102に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報107を作成し、この作成した合成画像情報107を非電子媒体あるいは電子媒体に記録し、この非電子媒体あるいは電子媒体に記録した合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成し、

この作成した埋込み画像情報を被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成し、この作成した合成画像情報を記録媒体に記録し、この記録媒体に記録した合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生する、ことを特徴とする画像情報処理方法。

【請求項2】 文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を2値符号化して2値埋込み情報を作成した後、あらかじめ定めた特定フォーマットのモノクロ2値画像情報に変換して可視化情報である埋込み画像情報を作成し、

この作成した埋込み画像情報を多値のカラー画像からなる被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成し、

この作成した合成画像情報を記録媒体に記録し、この記録媒体に記録した合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生する、ことを特徴とする画像情報処理方法。

【請求項3】 作成した合成画像情報をソフトコピーとして電子媒体に記録し、この電子媒体に記録した合成画像情報から前記埋込み画像情報を可視化情報とした後、前記埋込み情報を抽出して再生することを特徴とする請求項2記載の画像情報処理方法。

【請求項4】 作成した合成画像情報をハードコピーとして非電子媒体に記録し、この非電子媒体に記録した合成画像情報から前記埋込み画像情報を可視化情報とした後、前記埋込み情報を抽出して再生することを特徴とする請求項2記載の画像情報処理方法。

【請求項5】 前記合成画像情報の作成時、作成した埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、この作成したパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成することを特徴とする請求項1記載の画像情報処理方法。

【請求項6】 前記合成画像情報の作成時、被埋込み画像情報の埋込み画像情報に関連性の高い特定の位置に埋込み画像情報を埋込むことにより合成画像情報を作成することを特徴とする請求項1記載の画像情報処理方法。

【請求項7】 前記埋込み画像情報の作成時、埋込み情報の他に埋込み情報の種類、サイズ、作成日付、埋込み位置、その他属性情報を付加して埋込み画像情報を作成することを特徴とする請求項2記載の画像情報処理方

法。

【請求項8】 前記埋込み画像情報の作成時、埋込み情報を2値の2次元バーコードに変換することの特徴とする請求項2記載の画像情報処理方法。

【請求項9】 前記合成画像情報の作成時、合成画像情報の再生時に埋込み画像情報再生用の重ね合わせを行なうための位置合わせマークを合成画像情報に付加することを特徴とする請求項5記載の画像情報処理方法。

【請求項10】 前記合成画像情報の作成時、作成した埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、この作成したパターン変調画像情報に所定の第1色差量を乗じた後、その第1色差量を乗じたパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成することを特徴とする請求項3記載の画像情報処理方法。

【請求項11】 前記合成画像情報の作成時、作成した埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、この作成したパターン変調画像情報に前記第1色差量との間に〔第1色差量 \leq 第2色差量〕の関係にある第2色差量を乗じた後、その第2色差量を乗じたパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成することを特徴とする請求項4記載の画像情報処理方法。

【請求項12】 前記合成画像情報を電子媒体に記録する際、合成画像情報に対して誤差拡散処理を施すことなくそのまま記録することを特徴とする請求項3記載の画像情報処理方法。

【請求項13】 前記合成画像情報を電子媒体に記録する際、合成画像情報に対して誤差拡散処理を施してから記録することを特徴とする請求項4記載の画像情報処理方法。

【請求項14】 文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成し、

この作成した埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、

この作成したパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成し、この作成した合成画像情報をソフトコピーとして電子媒体に記録し、

この電子媒体に記録した合成画像情報に対して前記パターン画像情報を電子的に重ね合わせてマスク処理を施すことにより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生する、

ことを特徴とする画像情報処理方法。

【請求項15】 文字や画像、音声などから構成された

埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成し、

この作成した埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、

この作成したパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成し、

この作成した合成画像情報をハードコピーとして非電子媒体に記録し、

この非電子媒体に記録した合成画像情報に対して、前記パターン画像情報と同一パターンの透過分布率を有し、別の非電子媒体に同一解像度および同一サイズで配置されているシート状のマスクシートを物理的に重ね合わせるにより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を光学的に読取り、抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生する、

ことを特徴とする画像情報処理方法。

【請求項16】 文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、

この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報を被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報を記録する記録手段と、

この記録手段で記録された合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生する再生手段と、

を具備したことを特徴とする画像情報処理装置。

【請求項17】 文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を2値符号化して2値埋込み情報を作成した後、あらかじめ定めた特定フォーマットのモノクロ2値画像情報に変換して可視化情報である埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、

この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報を多値のカラー画像からなる被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、

この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報を記録する記録手段と、

この記録手段で記録された合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生する再生手段と、

を具備したことを特徴とする画像情報処理装置。

【請求項18】 前記記録手段は、前記合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報をソフトコピーとして電子媒体に記録し、

前記再生手段は、前記電子媒体に記録された合成画像情報から前記埋込み画像情報を可視化情報とした後、前記埋込み情報を抽出して再生することを特徴とする請求項

17記載の画像情報処理装置。

【請求項19】 前記記録手段は、前記合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報をハードコピーとして非電子媒体に記録し、

前記再生手段は、前記非電子媒体に記録された合成画像情報から前記埋込み画像情報を可視化情報とした後、前記埋込み情報を抽出して再生することを特徴とする請求項17記載の画像情報処理装置。

【請求項20】 前記合成画像情報作成手段は、埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、この作成したパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成することを特徴とする請求項16記載の画像情報処理装置。

【請求項21】 文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、

この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成するパターン変調画像情報作成手段と、

このパターン変調画像情報作成手段で作成されたパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、

この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報をソフトコピーとして電子媒体に記録する記録手段と、

この記録手段で前記電子媒体に記録された合成画像情報に対して前記パターン画像情報を電子的に重ね合わせてマスク処理を施すことにより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生する再生手段と、

を具備したことを特徴とする画像情報処理装置。

【請求項22】 文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、

この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成するパターン変調画像情報作成手段と、

このパターン変調画像情報作成手段で作成されたパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、

この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報をハードコピーとして非電子媒体に記録する記録手段と、

この記録手段で前記非電子媒体に記録された合成画像情報に対して、前記パターン画像情報と同一パターンの透過分布率を有し、別の非電子媒体に同一解像度および同

一サイズで配置されているシート状のマスクシートを物理的に重ね合わせることににより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を光学的に読取り、抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生する再生手段と、

を具備したことを特徴とする画像情報処理装置。

〔発明の詳細な説明〕

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえば、主画像情報に別の付加的な画像情報を重畳して記録したり、付加的な画像情報が重畳された画像情報からその付加的な画像情報を再生する画像情報処理方法および画像情報処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報の電子化やインターネットの普及に伴って電子透かし、電子署名などの技術が重要視されるようになってきている。それらの一分野として、「画像深層暗号」と呼ばれる特殊な暗号形式の研究が進められている。この技術は、主画像情報に対して付加情報を不可視状態で埋込み記録するもので、たとえば、顔写真が印刷された身分証明書や著作権情報を埋込んだ写真に対する不正コピー、偽造、改ざん対策に有効である。

【0003】たとえば、「カラー濃度パターンによる画像へのテキストデータの合成符号化法」について、画像電子学会誌、17-4(1988年)、pp194-198では、疑似階調表現されたデジタル画像に対して情報を重畳する方法が開示されている。

【0004】また、たとえば、特開平4-294862号公報では、カラー複写機のハードコピー出力から、記録したカラー複写機などを特定できる方式について開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、「カラー濃度パターンによる画像へのテキストデータの合成符号化法」や特開平4-294862号公報では、画像情報を埋込むための対象として電子媒体だけ、または、非電子媒体(用紙)だけのどちらかを対象にしており、両者に適用できる技術は開示、示唆されていない。

【0006】また、画像情報を埋込む方法は開示されているが、画像情報の埋込み、記録、再生をスルーしたシステム的な構成についての開示はなにもない。そこで、本発明は、電子媒体と非電子媒体の対象を区別することなく、主画像情報に付加的な情報を重畳した画像情報を作成でき、また、記録媒体の種別を問わず記録し、さらに、記録された付加された画像情報を再生することが可能になる画像情報処理方法および画像情報処理装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の画像情報処理方

法は、文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成し、この作成した埋込み画像情報を被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成し、この作成した合成画像情報を記録媒体に記録し、この記録媒体に記録した合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生することを特徴とする。

【0008】また、本発明の画像情報処理方法は、文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を2値符号化して2値埋込み情報を作成した後、あらかじめ定めた特定フォーマットのモノクロ2値画像情報に変換して可視化情報である埋込み画像情報を作成し、この作成した埋込み画像情報を多値のカラー画像からなる被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成し、この作成した合成画像情報を記録媒体に記録し、この記録媒体に記録した合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生することを特徴とする。

【0009】また、本発明の画像情報処理方法は、文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成し、この作成した埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、この作成したパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成し、この作成した合成画像情報をソフトコピーとして電子媒体に記録し、この電子媒体に記録した合成画像情報に対して前記パターン画像情報を電子的に重ね合わせてマスク処理を施すことにより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生することを特徴とする。

【0010】また、本発明の画像情報処理方法は、文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成し、この作成した埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成し、この作成したパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成し、この作成した合成画像情報をハードコピーとして非電子媒体に記録し、この非電子媒体に記録した合成画像情報に対して、前記パターン画像情報と同一パターンの透過分布率を有し、別の非電子媒体に同一解像度および同一サイズで配置されているシート状のマスクシートを物理的に重ね合わせることににより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を光学的に読取り、抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生することを特徴とする。

【0011】また、本発明の画像情報処理装置は、文字

や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報を被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報を記録する記録手段と、この記録手段で記録された合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生する再生手段とを具備している。

【0012】また、本発明の画像情報処理装置は、文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を2値符号化して2値埋込み情報を作成した後、あらかじめ定めた特定フォーマットのモノクロ2値画像情報に変換して可視化情報である埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報を多値のカラー画像からなる被埋込み画像情報に対して目視不可能な状態で埋込んだ合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報を記録する記録手段と、この記録手段で記録された合成画像情報から前記埋込み画像情報を抽出して前記埋込み情報を再生する再生手段とを具備している。

【0013】また、本発明の画像情報処理装置は、文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成するパターン変調画像情報作成手段と、このパターン変調画像情報作成手段で作成されたパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に対して重畳することにより合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報をソフトコピーとして電子媒体に記録する記録手段と、この記録手段で前記電子媒体に記録された合成画像情報に対して前記パターン画像情報を電子的に重ね合わせてマスク処理を施すことにより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生する再生手段とを具備している。

【0014】さらに、本発明の画像情報処理装置は、文字や画像、音声などから構成された埋込み情報を可視化情報に変換することにより埋込み画像情報を作成する埋込み画像情報作成手段と、この埋込み画像情報作成手段で作成された埋込み画像情報により、あらかじめ設定される所定のパターン画像情報に対して変調を施すことによりパターン変調画像情報を作成するパターン変調画像情報作成手段と、このパターン変調画像情報作成手段で作成されたパターン変調画像情報を被埋込み画像情報に

対して重畳することにより合成画像情報を作成する合成画像情報作成手段と、この合成画像情報作成手段で作成された合成画像情報をハードコピーとして非電子媒体に記録する記録手段と、この記録手段で前記非電子媒体に記録された合成画像情報に対して、前記パターン画像情報と同一パターンの透過分布率を有し、別の非電子媒体に同一解像度および同一サイズで配置されているシート状のマスクシートを物理的に重ね合わせることににより前記埋込み画像情報を可視化した後、その埋込み画像情報を光学的に読取り、抽出して復号化することにより前記埋込み情報を再生する再生手段とを具備している。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施の形態に係る画像情報処理方法の全体の流れを説明するためのフローチャートを示している。以下、このフローチャートを参照して画像情報処理方法の流れを説明する。

【0016】埋込み情報101は、文字や画像、音声など、作成者が非可視的に埋込みたい情報である。被埋込み画像情報102は、たとえば、身分証明書の顔写真のように、情報を埋込む対象画像で、フルカラー画像を作成するための情報である。マスク画像情報（パターン画像情報）103は、後述する合成処理ステップ106および復元処理ステップ(a)109や復元処理ステップ(b)112で使用する2値画像を作成するための情報である。

【0017】最初に、2値符号化ステップ104において、埋込み情報101を2値符号化する。この場合、音声などのアナログデータの場合は、A/D（アナログ・デジタル）変換後のデジタルデータを2値符号化し、文字や画像などのデジタルデータの場合は、そのまま2値符号化する。

【0018】次に、埋込み画像情報作成ステップ105において、2値符号化ステップ104で2値符号化して作成された2値データを、あらかじめ定められた所定のフォーマットにしたがって2値画像情報に変換することにより、埋込み画像情報を作成する。この段階で、音声データなどの通常状態では目に見えない不可視状態のデータも全て可視状態のデータ（＝2値画像情報）になる。

【0019】次に、合成処理ステップ106において、埋込み画像情報作成ステップ105で作成された埋込み画像情報、被埋込み画像情報102、および、マスク画像情報103を用いて合成処理106を行なうことにより、フルカラーの合成画像情報107を作成する。合成画像情報107は、可視化したときに一見、被埋込み画像情報102となんら変わりがなく、同じ画像に見えるが、内部的には埋込み画像情報が不可視状態で隠されている。なお、合成画像情報107は、一般に普及している画像フォーマット、たとえば、TIFFやJPEGで

格納することが可能である。

【0020】こうして作成された合成画像情報107は、インターネット上のホームページや電子メールなどの電子媒体への記録、あるいは、用紙などの非電子媒体への記録のどちらによっても配布が可能である。

【0021】まず、電子媒体で合成画像情報107を配布する場合について説明すると、電子媒体への記録ステップ108において、合成処理ステップ106で作成された合成画像情報107をインターネット上のホームページや電子メールなどの電子媒体に記録する。

【0022】次に、電子媒体に記録された合成画像情報107を受取ったものは、復元処理ステップ(a)109を行なうことにより、合成画像情報107の中に不可視状態で埋込んであった埋込み画像情報を可視状態にする。その後、再生処理ステップ(a)110を行なうことにより、埋込み画像情報から埋込み情報101を再生する。

【0023】一方、非電子媒体で合成画像情報107を配布する場合について説明すると、非電子媒体への記録ステップ111において、合成処理ステップ106で作成された合成画像情報107を用紙などの非電子媒体に記録する。

*

*【0024】次に、非電子媒体に記録された合成画像情報107を受取ったものは、復元処理(b)112を行なうことにより、合成画像情報107の中に不可視状態で埋込んであった埋込み画像情報を可視状態にする。その後、再生処理ステップ(b)113を行なうことにより、埋込み画像情報から埋込み情報101を再生する。

【0025】次に、図2を参照して埋込み画像情報の作成方法について更に詳細に説明する。まず、A/D変換ステップ201において、音声などのアナログデータから構成される埋込み情報101をA/D変換してデジタルデータに変換する。なお、あらかじめデジタルデータの形式になっているものは、A/D変換ステップ201の処理を省略する。

【0026】次に、ヘッダ作成ステップ202において、埋込み情報のヘッダを作成する。これは、埋込み情報と被埋込み画像情報との関連付けを行なうため、埋込み位置、埋込み量、埋込み情報の種類、その他属性情報を付加しておき、埋込み情報再生時にそれを用いる。下記表1に埋込み情報ヘッダの例を示す。

【0027】

【表1】

項目	記号	データサイズ
埋込みヘッダサイズ	HdrSize	4byte
埋込み情報数	StillInfoNum	2byte
埋込み情報1位置x,y	1EmbPosX, 1EmbPosY	4byte, 4byte
埋込み情報1サイズx,y	1EmbSizeX, 1EmbSizeY	4byte, 4byte
埋込み情報1種類	1EmbType	2byte
⋮	⋮	⋮
埋込み情報n位置x,y	nEmbPosX, nEmbPosY	4byte, 4byte
埋込み情報nサイズx,y	nEmbSizeX, nEmbSizeY	4byte, 4byte
埋込み情報n種類	nEmbType	2byte

【0028】ここに、埋込み情報の種類は、埋込み情報が何であるかを記述する。たとえば、16進数で表記した場合、

xyh

x(上位4ビット)…データの種類を表わす

=1…テキスト

=2…画像

=3…音声

y(下位4ビット)…データの属性を表わす

=1…復元時にすぐ再生

=2…復元時に確認後再生

=3…復元のみ

となる。

【0029】次に、2値符号化ステップ104において、デジタルデータ化された埋込み情報、および、上記埋込み情報ヘッダの2次元コードによる2値画像化を行なう。これには、埋込み情報を先頭から順番に4ビット

ずつのブロックに区切って、各ブロックの値に応じて、図3に示すように2×2画素の白黒画像情報に置き換える。

【0030】たとえば、埋込み情報が下記のように先頭から16進数表記で並んでいたとすると、

FF 01 45 D3…

これらは、図4に示すように置き換える。

【0031】さらに、後述の合成処理時における平滑化処理時に埋込み画像情報を損なわないように、2値画像情報をn倍に拡大する。ここではn=2~4が望ましい。たとえば、n=2とし、図4の2値画像情報を拡大した結果を図5に示す。

【0032】なお、本実施の形態では、2次元コード化にカラーコードを応用したが、他のマトリクス系2次元コードやグリフコードのような2次元バーコードでも問題なく使用できる。

【0033】こうして、2次元コードによる置き換えを

全て行なった後、次に、埋込み画像情報作成ステップ105において、情報ヘッダの情報を基に、これらを2次元的にレイアウトし、埋込み画像情報を得る。この例では、埋込み画像情報として、埋込み情報ヘッダa、第1埋込み情報b、第2埋込み情報c、第3埋込み情報d、第4埋込み情報eが変換されている。

【0034】埋込み情報ヘッダおよび埋込み画像情報の作成時に、埋込み情報と被埋込み画像情報との関連付けを行なう。これは、ユーザが合成画像情報から、埋込んである複数の情報からある特定の情報を引き出すときの目安となる。

【0035】たとえば、本発明を電子絵本に应用する場合に、被埋込み画像情報として動物園の風景写真を用いるとする。動物園の写真の中でも、たとえば、ライオンの写真にはライオンの鳴き声、ペンギンの写真にはペンギンの生態についての情報というように、被埋込み画像情報と埋込み情報とが比較的連想しやすい関連付けを行なうことにより、複数の埋込み情報の中から自分の欲する埋込み情報を探しやすくなる。

【0036】また、たとえば、本発明を身分証明書に用いる場合、被埋込み画像情報には所有者の顔写真を用い*

$$W(i) = (STL(i-1) + 2 \cdot STL(i) + STL(i+1)) / 4 \dots (1)$$

W(i) : x = i 画素の重み平均値

STL(i) : x = i 画素の埋込み画像情報 = 1 or 0

前述のように、埋込み画像情報の作成時にn倍していないと、この平滑化処理時に埋込み画像情報が壊れてしまうので注意する。拡大率nが大きいくほど、埋込み画像情報が破壊しない安全率が高くなるが、隠れているはずのデータが露見しやすくなる。

【0040】たとえば、マスク画像情報が図7、埋込み*

$$W(i) = 0 \text{ の場合} \rightarrow DES(i) = MSK(i) \dots (2-1)$$

$$W(i) = 1 \text{ の場合} \rightarrow DES(i) = MSK(i+2) \dots (2-2)$$

$$\text{上記以外の場合} \rightarrow DES(i) = MSK(i+1) \dots (2-3)$$

DES(i) : x = i 画素の位相変調結果 = 1 or 0

MSK(i) : x = i 画素のマスク画像情報 = 1 or 0

ここで、x = 0列およびx = 15列は、画像情報の端のため平滑化処理できず、そのため位相変調もできない。そこで、端部ではマスク画像情報と埋込み画像情報との排他的論理和を取る。ここに、位相変調の結果例を図1★

$$DES(i) = 1 \text{ の場合} \rightarrow VR(i) = -\Delta V \dots (3-1)$$

$$\rightarrow VG(i) = +\Delta V \dots (3-2)$$

$$\rightarrow VB(i) = +\Delta V \dots (3-3)$$

$$DES(i) = 0 \text{ の場合} \rightarrow VR(i) = +\Delta V \dots (3-4)$$

$$\rightarrow VG(i) = -\Delta V \dots (3-5)$$

$$\rightarrow VB(i) = -\Delta V \dots (3-6)$$

VR(i) : x = i 画素の色差変調結果 赤成分

*て、埋込み画像情報には所有者と特定できる個人情報、たとえば、指紋画像や声紋を用いて、顔写真の口の部分に声紋情報を埋込むこともできる。

【0037】次に、図6を参照して、図1における合成処理ステップ106の詳細を説明する。被埋込み画像情報102は、埋込み情報が埋込まれる画像情報で、身分証明書では所有者の顔写真に相当する。これは、1画素当たり24ビット(RGB各8ビット)の情報を持っている。埋込み画像情報は、埋込む情報を前記の手法で2値画像に変換したもので、身分証明書では例えば暗証番号などに相当する。これは、1画素あたり1ビットの情報を持っている。マスク画像情報103は、合成処理時および埋込み画像情報の復元時に用いる画像情報で、1画素あたり1ビットの情報を持っている。

【0038】最初に、平滑化処理ステップ301において、埋込み画像情報の黒画素を「1」、白画素を「0」として平滑化処理を行なう。ここでは、x方向について注目画素の両端の画素を3×1画素の領域を切り出し、下記式(1)のように重み平均を取る。

【0039】

※画像情報が図8の場合、平滑化処理結果は図9のようになる。埋込み画像情報はn = 4に設定し、埋込み画像情報を4倍に拡大している。また、埋込みしるとして外側周辺の2画素は「0」に設定している。

【0041】次に、位相変調ステップ302において、平滑化処理ステップ301における平滑化処理の結果を基に、下記式(2-1)～(2-3)の規則にしたがい、マスク画像情報103の位相変調を行なう。

【0042】

★0に示す。
【0043】次に、色差変調ステップ303において、位相変調ステップ302における位相変調結果を基に、下記式(3-1)～(3-6)の規則にしたがい、色差変調処理を行なう。この場合、R(赤)、G(緑)、B(青)の3成分を別々に計算する。ここに、赤成分の色差変調結果の例を図11に示す。

【0044】

$$DES(i) = 1 \text{ の場合} \rightarrow VR(i) = -\Delta V \dots (3-1)$$

$$\rightarrow VG(i) = +\Delta V \dots (3-2)$$

$$\rightarrow VB(i) = +\Delta V \dots (3-3)$$

$$DES(i) = 0 \text{ の場合} \rightarrow VR(i) = +\Delta V \dots (3-4)$$

$$\rightarrow VG(i) = -\Delta V \dots (3-5)$$

$$\rightarrow VB(i) = -\Delta V \dots (3-6)$$

VR(i) : x = i 画素の色差変調結果 赤成分 50 -255～255の範囲の整数

VG(i): x=i画素の色差変調結果 緑成分
-255~255の範囲の整数

VB(i): x=i画素の色差変調結果 青成分
-255~255の範囲の整数

なお、色差量ΔVは、あらかじめ設定してある「0~255」の範囲の整数である。色差量ΔVは、大きいほど埋込み画像情報の復元時の可視化のコントラストが高くなり、再生が容易ではあるが、あまり大きくしすぎると埋込み情報が露見しやすくなる。したがって、色差量Δ*

$$DESR(i) = VR(i) + SRCR(i) \quad \cdots (4-1)$$

$$DESG(i) = VG(i) + SRCG(i) \quad \cdots (4-2)$$

$$DESB(i) = VB(i) + SRCB(i) \quad \cdots (4-3)$$

DESR(i): x=i画素の重畳処理結果 赤成分
0~255の範囲の整数

DESG(i): x=i画素の重畳処理結果 緑成分
0~255の範囲の整数

DESB(i): x=i画素の重畳処理結果 青成分
0~255の範囲の整数

SRCR(i): x=i画素の被埋込み画像情報 赤成分
0~255の範囲の整数

SRCG(i): x=i画素の被埋込み画像情報 緑成分
0~255の範囲の整数

SRCB(i): x=i画素の被埋込み画像情報 青成分
0~255の範囲の整数

なお、DESR(i)、DESG(i)、DESB(i)は、それぞれ「0~255」の範囲の整数なので、計算結果が「0」以下の場合は「0」に設定し、

「255」以上の場合は「255」に設定する。
【0047】被埋込み画像情報102の全ての画素が(R, G, B) = (127, 127, 127)の場合の赤成分の結果を図12に示す。全ての値は「0~255」の範囲の整数を取り、「255」が一番赤成分が多いことを示す。図12において、(0, 0)画素の値=79、(1, 0)画素の値=79、(2, 0)画素の値=175…と、埋込み画像情報の埋込まれていない部分では2画素単位で、赤色成分が少ない画素と赤色成分が多い画素とが繰り返される。

【0048】前記式(3-1)~(3-3)または前記式(3-4)~(3-6)の通り、赤色と緑色、青色の色差量の符号が反転している。したがって、赤色成分の多い画素では緑色と青色が少なくなっていて、赤色成分の少ない画素では他の成分が多くなっている。赤色と(緑色、青色)=シアン色は補色の関係にあり、赤色とシアン色が隣り合っている人間の目には判別しにくく、無彩色に見える。2画素単位で赤色リッチな画素とシアン色リッチな画素とが繰り返し配置されているため、人間の目では、これらの細かな色差の違いを識別で

*Vは、「16~96」くらいが望ましいが、ここではΔV=48を用いている。

【0045】最後に、重畳処理ステップ304において、色差変調ステップ303における色差変調結果と被埋込み画像情報104とから、下記式(4-1)~(4-3)で示される重畳処理を行なうことにより、合成画像情報107を作成する。

【0046】

きず、色差量はプラスマイナス「0」と判断してしまう。

【0049】たとえば、前記式(4-1)では、
DESR(i) SRCR(i) …… (5)

と間違えて判断してしまい、画像情報が埋込まれていることを区別できなくなる。したがって、この原理により埋込み画像情報を不可視状態で被埋込み画像情報に埋込んだ合成画像情報を作ることが可能になる。

【0050】合成画像情報を電子媒体に記録した場合、通常はJPEGやTIFFなどの汎用画像フォーマットで記録する。本実施の形態では、埋込み情報は画像フォーマットに依存しないので、現在流通している画像フォーマットだけでなく、将来新しいフォーマットに変更されても問題ない。

【0051】次に、図1を参照して、合成画像情報から埋込み画像情報を復元して、埋込み情報を再生する方法を詳細に説明する。たとえば、インターネット上のホームページや電子メールによって電子媒体で配布された場合、電子媒体に記録された合成画像情報の内部は、図12のようになっている。これを復元するには、図7に示すマスク画像情報103を用いる。マスク画像情報103と合成画像情報107の値を1:1に対応させて、マスク画像情報103の値が「1」の部分は合成画像情報を有効として、マスク画像情報103の値が「0」の場合は合成画像情報を無効と判断する。この結果を図13に示す。図中、網点のかかっている画素は無効なデータである。図13の中の有効なデータ(白抜きで表現)を所定のサイズで切り出す。

【0052】図8ではn=4と設定し、埋込み画像情報を4倍にしているの、周辺の埋込みしろ2画素を取り除いた後、4×4画素単位で切り出す。4×4画素範囲内で有効なデータの値が赤色リッチな値(本実施の形態では「175」)ならば、埋込み画像情報=1である。シアン色リッチな値(本実施の形態では「79」)ならば、埋込み画像情報=0とする。有効データが赤色リッチとシアン色リッチの両方が含まれる場合は、多い方を採用する。

【0053】これは、合成処理での平滑化処理が原因で

ある。この方法により、埋込み画像情報を復元した結果を図14に示す。図中の太線枠部分が埋込み画像情報の部分であり、図8と一致して完全に情報が復元できていることがわかる。さらに、図2で示した埋込み画像情報の作成の逆の手順を行なうことにより、埋込み情報を再生することが可能になる。

【0054】一方、用紙などの非電子媒体にカラープリンタで印刷した場合、非電子媒体に対しても同様な方法で復元できる。この場合は、合成画像情報107が印刷された非電子媒体を光学的な読取手段で読取り、デジタルデータ化して図12の状態にしてから、同様な手順で復元を行なう。

【0055】本実施の形態では、たとえば、昇華型熱転写プリンタにより、400dpiの解像度で印刷を行ない、光学式スキャナにより、1200dpiの解像度で読取りを行なった後、復元処理を行なったが、問題なく復元可能であった。

【0056】非電子媒体からの再生の場合、もう1つの再生方法として、マスク画像情報103と同一パターンの透過分布率を有して、合成画像情報の記録時と同じ記録解像度で作成された再生シートを物理的に合成画像情報に重ね合わせることで、埋込み画像情報を復元することも可能である。この場合、埋込み画像情報の復元に関しては、面倒な操作や複雑な装置を必要としないメリットがある。

【0057】用紙などの非電子媒体に記録された合成画像情報107を光学的な読取手段で読取る場合、読取位置の精度が重要である。そこで、合成画像情報107を作成した後、用紙などの非電子媒体に記録する場合には、図15に示すように、合成画像情報107の上に位置合わせマークMを記録することにより、読取位置の精度を高めることができる。

【0058】本実施の形態では、マスク画像情報103として図7および図16に示したように、横に延びた4×2画素単位の変則市松模様を用いているが、2×2単位や8×2単位でも問題なく使用できる。画像作成時期や対象物によってマスク画像情報103の種類を変更した方が、第三者に埋込み情報を盗まれる必要がなくなり、よいと言える。

【0059】そこで、図15の位置合わせマークMとして、マスク画像情報103の一部分を合成画像情報107の角に記録することにより、位置合わせの機能とマスク画像情報103の種類判別の機能を兼ねて、非常に優れたシステムとなる。

【0060】本実施の形態では、情報を埋込むために前記式(4-1)が人間の目の感度不足により前記式

(5)としてとらえてしまうことを利用している。したがって、埋込まれた情報が知られないためには、色差量 ΔV が小さいほど前記式(4-1)の $VR(i)$ の絶対値が小さくなり、埋込まれた情報はわかりにくくなる。

合成画像情報107を電子媒体に記録して配布する場合は、色差量 ΔV が小さくとも、数値的に判別することが比較的容易であるが、前述のように非電子媒体に記録した場合、埋込み画像情報を復元するには光学的な読取りを行なう必要がある。その場合、光学的な読取手段や環境条件や合成画像情報に印刷時のばらつきなどを考慮すると、色差量 ΔV はある程度の大きさがないとノイズに埋もれて判別できない可能性がある。

【0061】そこで、合成画像情報の作成時において、出力先の媒体がわかる場合、電子媒体出力の場合は色差量 $\Delta V = \Delta V1$ 、非電子媒体出力の場合は $\Delta V = \Delta V2$ 、ただし、 $\Delta V1 \leq \Delta V2$ とすることにより、最適な合成画像情報を得ることができる。なお、 $\Delta V1$ は「16～64」の範囲が、 $\Delta V2$ は「48～96」の範囲が望ましい。

【0062】合成画像情報を非電子媒体に記録する場合、色差量 ΔV が大きいほど判別しやすいので、再生の安全率は高くなる。しかし、今度は合成画像情報の中に不可視状態で埋込んである画像情報が第三者に露見しやすくなる場合がある。そこで、合成画像情報をカラープリンタなどで印刷出力する場合に、画像処理として誤差拡散処理を行なって出力することにより、埋込み画像情報を破壊せずに、埋込み画像情報の露見を防ぐことができる。これは、誤差拡散処理によって合成画像情報の各画素の濃度が補償されることにより、マクロ的には不可視状態の埋込み画像情報は保存される。

【0063】また、誤差拡散処理を施すことにより、低周波成分は減少し、高周波成分が増加する。合成画像情報中に埋込まれた埋込み画像情報は高周波成分からなっているので、誤差拡散処理により他の高周波成分が混入されることで、視覚的に判別できない状態となる。

【0064】次に、上述した画像情報処理方法を実現するための画像情報処理装置について説明する。この画像情報処理装置は、大別して、合成画像情報を作成して電子媒体あるいは非電子媒体に記録する画像作成記録装置、および、この画像作成記録装置で電子媒体あるいは非電子媒体に記録された合成画像情報から埋込み画像情報を再生する画像再生装置から構成されている。

【0065】まず、画像作成記録装置について図17を参照して説明する。CPU(セントラル・プロセッシング・ユニット)401は全体の制御を行ない、ROM(リード・オンリ・メモリ)402は、CPU401が装置全体の動作を制御するために実行するプログラムが格納されていて、RAM(ランダム・アクセス・メモリ)403はCPU401の作業用メモリとして使用される。画像メモリ404は、画像の合成処理などを行なうときに画像情報を格納して後述の処理を行なうことに用いる。

【0066】埋込み画像情報は固定情報と流動情報とに分けられ、固定情報は例えばシステム固有のシリアル番

号などで、流動情報は処理を行なった日時や暗証番号、音声などの情報である。固定情報は、埋込み画像情報格納ROM409から、流動情報は埋込み画像情報入力部410から、それぞれ被埋込み画像情報作成部408に送られ、図2で示した手順で作成された埋込み画像情報が画像メモリ404に格納される。

【0067】被埋込み画像情報入力部407から、たとえば、人物の顔写真や風景画などの被埋込み画像情報102が入力され、それが画像メモリ404の別の領域に書込まれる。

【0068】操作者の指示により、CPU401は、平滑化処理部411を動作させて、図9に示したような、画像メモリ404に格納してある埋込み画像情報に対して平滑化処理を行ない、その結果を位相変調部412に送る。

【0069】位相変調部412は、平滑化処理の結果およびマスク画像情報格納ROM405からのマスク画像情報103に基づき、図10に示したような位相変調処理を行ない、その結果を色差変調部413に送る。

【0070】色差変調部413は、位相変調処理の結果および色差量情報格納ROM406からの色差量情報に基づき、図11に示したような色差変調を行ない、その結果を重畳処理部414に渡す。

【0071】重畳処理部414は、色差変調結果および画像メモリ404に格納してある被埋込み画像情報102の重畳処理を行なうことにより合成画像情報107を作成して、画像メモリ404に格納する。

【0072】合成画像情報107を電子媒体で配布する場合は、合成画像出力部（電子媒体）415から、たとえば、ネットワーク経由などで配布する。また、非電子媒体で配布する場合は、プリンタ駆動部やカラープリンタから構成されている合成画像出力部（非電子媒体）416から出力を行ない、合成画像情報417（107）を印刷記録する。

【0073】次に、画像再生装置について図18を参照して説明する。CPU501は全体の制御を行ない、ROM502は、CPU501が装置全体の動作を制御するために実行するプログラムが格納されていて、RAM503はCPU501の作業用メモリとして使用される。画像メモリ504は、埋込み情報の再生処理を行なうときに画像情報を格納して後述の処理を行なうことに用いる。

【0074】用紙のような非電子媒体に記録された合成画像情報507（107）は、合成画像読取部506によって読取られてデジタルデータに変換され、画像メモリ504に格納される。合成画像読取部506は、光学式スキャナおよびその駆動回路などから構成される。

【0075】電子媒体に記録された合成画像情報の場合、直接、画像メモリ504に格納される。合成画像情報507の読取時に、図15に示したような位置合わせ

マークMも同時に読取り、RAM503に格納する。

【0076】操作者の指示により、CPU501が各部を制御して埋込み情報の再生を行なう。マスク画像情報作成部508は、RAM503に格納された位置合わせマークMの情報から、マスク画像情報の種類を判別し、マスク画像情報格納ROM505から復元・再生に必要なマスク画像情報を取出し、マスク画像情報103を生成して、画像メモリ504に格納する。

【0077】埋込み画像可視化処理部509は、画像メモリ504上のマスク画像情報103と合成画像情報507（107）とを図7および図8に示したように重ね合わせて、埋込み画像情報を可視化状態にした後、埋込み画像情報の有効データのみを抽出する。その後、埋込み画像再生処理部510によって図2の手順の逆の処理を行なうことにより、埋込み情報を再生する。

【0078】以上説明したように、上記実施の形態によれば、電子媒体と非電子媒体の対象を区別することなく、主画像情報に付加的な情報を重畳した画像情報を作成でき、また、記録媒体の種別を問わず記録し、さらに、記録された付加された画像情報を再生することが可能になる。

【0079】したがって、たとえば、電子絵本やビクターメール、音の出る絵などのマルチメディア・コンテンツが非常に簡単に作成できるようになる。また、身分証明書に応用することにより、身分証明書の使用者と所有者の確認が可能になる。

【0080】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、電子媒体と非電子媒体の対象を区別することなく、主画像情報に付加的な情報を重畳した画像情報を作成でき、また、記録媒体の種別を問わず記録し、さらに、記録された付加された画像情報を再生することが可能になる画像情報処理方法および画像情報処理装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る画像情報処理方法の全体の流れを説明するためのフローチャート。

【図2】埋込み画像情報の作成手順を説明する図。

【図3】埋込み画像情報の2次元コードによる2値画像化を説明する図。

【図4】埋込み画像情報の2次元コードによる2値画像化を説明する図。

【図5】埋込み画像情報の2次元コードによる2値画像化を説明する図。

【図6】合成画像情報の作成手順を説明する図。

【図7】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図8】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図9】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図10】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図11】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図12】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図13】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図14】合成画像情報の作成における具体的な計算例を示す図。

【図15】合成画像情報の位置合わせマークを説明するための図。

【図16】2値画像化されたマスク画像情報の一例を示す図。

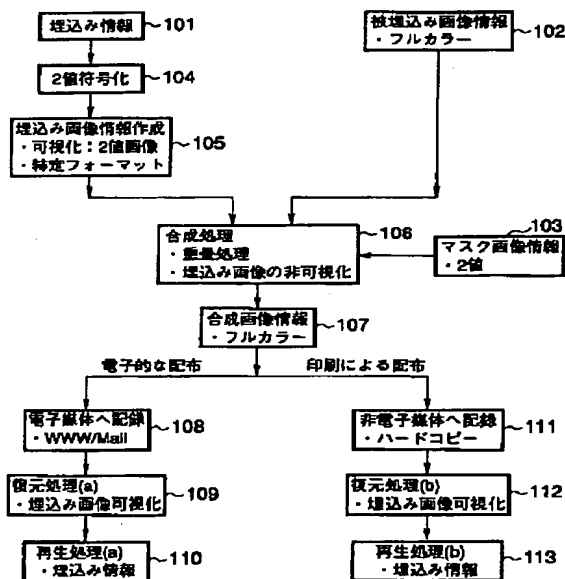
【図17】画像作成記録装置の構成を概略的に示すブロック図。

【図18】画像再生装置の構成を概略的に示すブロック図。

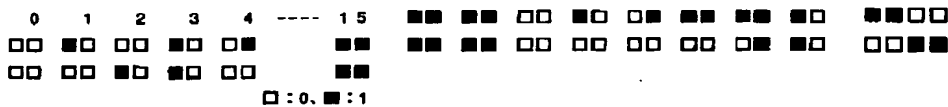
【符号の説明】

*

【図1】

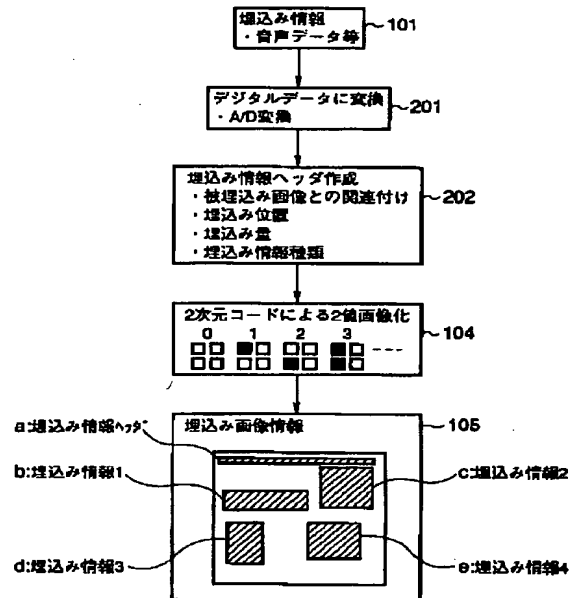


【図3】



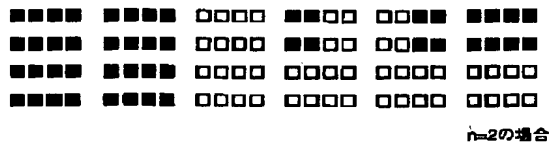
【図4】

【図2】

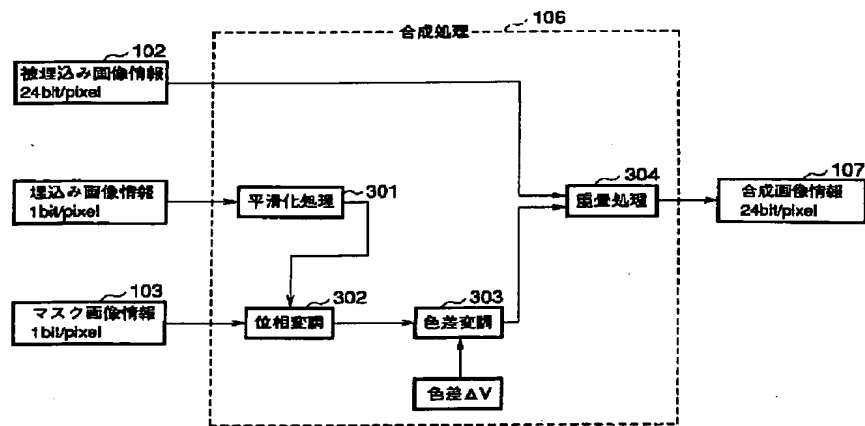


【図16】

【図5】



【図6】



【図7】

マスク画像

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
2	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
4	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
6	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
7	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
8	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
9	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
10	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
11	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1

【図8】

埋め込み画像

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
3	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
4	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
5	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

【図9】

平滑化処理結果

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x
1	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x
2	x	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	0	0	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	x
3	x	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	0	0	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	x
4	x	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	0	0	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	x
5	x	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	0	0	0.25	0.75	1	1	0.75	0.25	x
6	x	0	0	0	0	0.25	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	0.25	x
7	x	0	0	0	0	0.25	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	0.25	x
8	x	0	0	0	0	0.25	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	0.25	x
9	x	0	0	0	0	0.25	0.75	1	1	1	1	1	1	0.75	0.25	x
10	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x
11	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x

【図10】

位相変調結果

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
2	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
3	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1
4	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
5	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
7	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
8	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
9	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
10	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
11	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1

【図11】

色差実験結果 赤成分

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48
1	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48
2	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48
3	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48
4	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48
5	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48
6	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48
7	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48
8	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48
9	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48
10	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48
11	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48	+48	+48	-48	-48

【図12】

重量処理結果 赤成分

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
1	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79
2	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79
3	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
4	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79
5	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
6	79	79	175	175	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79
7	175	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175
8	79	79	175	175	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79
9	175	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175
10	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
11	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79

【図13】

還元結果(a) 赤成分

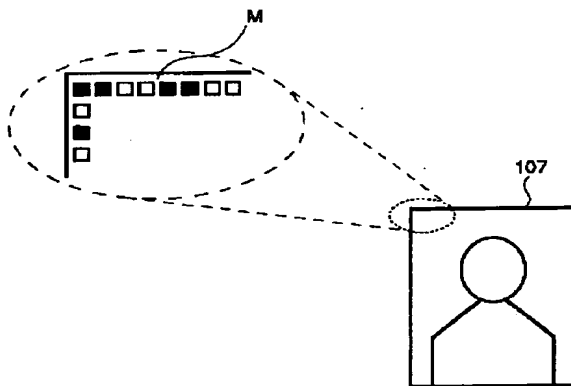
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
1	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79
2	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79
3	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
4	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79
5	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
6	79	79	175	175	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79
7	175	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175
8	79	79	175	175	79	175	175	79	175	175	79	79	175	175	79	79
9	175	175	79	79	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175
10	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
11	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79

【図14】

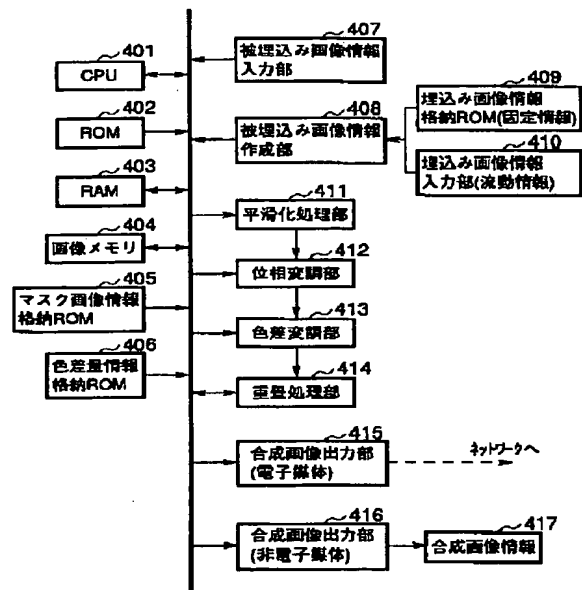
復元結果(b) 赤成分

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
1	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79
2	79	175	175	79	175	175	79	175	79	175	79	175	79	175	175	79
3	175	79	79	175	79	79	175	79	175	79	175	79	175	79	175	79
4	79	175	175	79	175	175	79	175	79	175	79	175	79	175	175	79
5	175	79	79	175	79	79	175	79	175	79	175	79	175	79	175	79
6	79	79	175	175	79	175	175	79	175	79	175	79	175	175	79	79
7	175	175	79	79	175	79	175	79	175	79	175	79	175	79	175	79
8	79	79	175	175	79	175	79	175	79	175	79	175	79	175	175	79
9	175	175	79	79	175	79	175	79	175	79	175	79	175	79	175	79
10	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175
11	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79	175	175	79	79

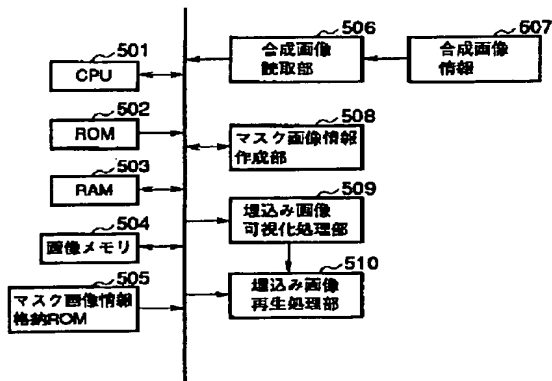
【図15】



【図17】



【図18】



【補正方法】変更

【图 14】

復元結果(b) 赤成分

[illegible]